

# التوازن الكيميائي

## الوحدة 4

### التمرين 01 :

- ننحضر 100mL من محلول كلور الهيدروجين تركيزه المولي  $C_0 = 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  .  
 أ/ أكتب معادلة تفاعل غاز HCl مع الماء ثم أكتب الثنائيات (أساس / حمض) الداخلة في هذا التفاعل .  
 ب/ عين pH المحلول باعتبار التفاعل تاما .  
 ج./ نضيف للمحلول السابق 50mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم (محلول الصود) تركيزه المولي  $C_0 = 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  .  
 أكتب معادلة تفاعل شوارد الهيدروكسيد  $\text{HO}^-$  مع شوارد الأكسونيوم (الهيدرونيوم)  $\text{H}_3\text{O}^+$  .  
 - احسب pH المزيج باعتبار التفاعل تام .

### التمرين 02 :

- 1 - حمض الميثانويك، المعروف عادة باسم حمض النمل، هو سائل شفاف يفرزه النمل.  
 نقيس الـ pH لـ 10mL من محلول حمض النمل، ذي التركيز  $C = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  ، فيشير مقياس الـ pH إلى القيمة 2,9 .  
 1- أكتب معادلة التفاعل حمض-أساس بين الحمض و الماء .  
 2- عين كمية المادة الابتدائية لحمض النمل و أنجز جدول التقدم للجملة الكيميائية .  
 3- عين التركيز المولي النهائي للمحلول بشوا رد الهيدرونيوم (الأكسونيوم) .  
 4- عين التقدم النهائي للتفاعل و استنتج نسبة تقدمه النهائي . تعطي الثنائية حمض/أساس:  $\text{HCO}_2\text{H} / \text{HCO}_2^-$

### التمرين 03 :

- 2 - I- نمذج التحول الكيميائي المحدود لحمض الإيثانويك (حمض الخل) مع الماء بتفاعل كيميائي معادلته :  

$$\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} = \text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$$
  
 1- أعط تعريفا للحمض وفق نظرية برونشتد . 2- أكتب الثنائيتين (أساس/حمض) الداخلتين في التفاعل الحاصل .  
 3- أكتب عبارة ثابت التوازن ( $K$ ) الموافق للتفاعل الكيميائي السابق .  
 II- ننحضر محلولاً مائياً لحمض الإيثانويك حجمه  $V = 100\text{mL}$  ، وتركيزه المولي  $C = 2,7 \times 10^{-3} \text{ mol} / \text{L}$  ، وقيمة الـ pH له في الدرجة  $25^\circ\text{C}$  تساوي 3,7  
 1- باستنتج التركيز المولي النهائي لشوارد الهيدرونيوم في محلول حمض الإيثانويك .  
 2- إنشئ جدولاً لتقدم التفاعل ، ثم احسب كلا من التقدم النهائي  $x_f$  والتقدم الأعظمي  $x_{\text{max}}$  .  
 3- احسب قيمة النسبة النهائية ( $\tau_f$ ) لتقدم التفاعل . ماذا تستنتج ؟  
 4- احسب أ- التركيز المولي النهائي لكل من  $(\text{CH}_3\text{COO}^-)$  و  $(\text{CH}_3\text{COOH})$  .  
 ب) قيمة  $\text{PK}_a$  للثنائية  $(\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COO}^-)$  ، واستنتج النوع الكيميائي المتغلب في المحلول الحمضي . برر إجابتك

### التمرين 04 :

- نعتبر محلولاً مائياً لحمض الإيثانويك حجمه  $V = 100\text{mL}$  وتركيزه المولي  $C = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol} / \text{L}$  .  
 نقيس الناقلية  $G$  لهذا المحلول بجهاز قيس الناقلية ، ثابت خليةه  $k = 1,2 \times 10^{-2} \text{ m}$  ، فكانت النتيجة  $G = 1,92 \times 10^{-4} \text{ S}$  .  
 1- احسب كثافة الحمض للهي المنحلة في الحجم  $V$  من المحلول .  
 2- أكتب معادلة التفاعل الممنذج لإحلال حمض الإيثانويك في الماء .  
 3- أنشئ جدولاً لقيم التفاعل . عرف للقيم الأعظمي  $x_{\text{max}}$  وعبر عنه بدلالة التركيز  $C$  للمحلول وحجمه  $V$  .  
 4- أ/ أعط عبارة للناقلية النوعية للمحلول :  
 - بدلالة الناقلية  $G$  للمحلول وثابت الخلية  $k$  .  
 - بدلالة التركيز المولي لشوارد الهيدرونيوم  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  ، و الناقلية المولية للشاردة  $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+}$  ، و الناقلية المولية للشاردة  $\lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-}$  .  
 ب/ ليستنتج عبارة  $f_r$  [هي الخلطة النهائية (خلطة التوازن)] بدلالة  $G$  ،  $k$  ،  $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+}$  ،  $\lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-}$  . احسب قيمته .  
 ج- / ليستنتج قيمة  $\text{PH}$  للمحلول .

5- أوجد عبارة كسر للفاعل  $Q_f$  في الحالة النهائية (حالة التوازن) بدلالة  $[H_3O^+]_f$  وبتركيز  $C$  للمحلول .  
ماذا يمثل  $Q_f$  في هذه الحالة ؟

6- أتعب  $pK_a$  للثنائية  $(CH_3COOH / CH_3COO^-)$  ،  $\lambda_{CH_3COO^-} = 4,1 mS.m^{-2}.mol^{-1}$  ،  $\lambda_{H_3O^+} = 35 mS.m^{-2}.mol^{-1}$

### التمرين 05 :

I - نأخذ محلولاً مائياً  $(S_1)$  للحمض البنزويك  $C_6H_5-COOH$  تركيزه المولي  $C_1 = 1,0 \times 10^{-2} mol/L$  .

نقس عند التوازن في الدرجة  $25^\circ C$  نقليته النوعية فنجدها  $\sigma = 0,86 \times 10^{-2} S/m$

- 1- أكتب معادلة التفاعل الممنذج لتحول حمض البنزويك في الماء .
- 2- أشتىء جدولاً لقيم التفاعل .
- 3- أتعب للتراكيز المولية لأنواع الكيمائية المتواجدة في المحلول  $(S_1)$  عند التوازن .  
تعلى النقليته المولية لشاردة  $H_3O^+$  ولشاردة  $C_6H_5-COO^-$  :

$$\lambda_{H_3O^+} = 35 \times 10^{-3} S.m^2.mol^{-1} , \lambda_{C_6H_5-COO^-} = 3,24 \times 10^{-3} S.m^2.mol^{-1}$$

4- أوجد النسبة النهائية  $\tau_f$  لقيم التفاعل . ماذا نستنتج ؟

5- أتعب ثابت التوازن الكيمائي  $K_1$  .

II - نعتبر محلولاً مائياً  $(S_2)$  للحمض الساليسيليك ، الذي يمكن أن نرمله  $(HA)$  تركيزه المولي  $C_1 = C_2$  فيه  $pH = 3,2$

1- أوجد النسبة النهائية  $\tau_{2f}$  لقيم تفاعل حمض الساليسيليك مع الماء .

2- قارن بين  $\tau_{1f}$  و  $\tau_{2f}$  . لمستنتج أي الحمضين أقوى

### التمرين 06:

محلول مائي لـ حمض الإيثانويك  $CH_3COOH$  تركيزه  $C$  مقدرًا إلى وحدة  $(mol.L^{-1})$  .

1- أكتب معادلة التفاعل الكيمائي الممنذج لتحول الكيمائي للحمض بين حمض الإيثانويك والماء .

2- أشتىء جدولاً لقيم التفاعل الكيمائي السابق .

3- أوجد عبارة  $[H_3O^+]$  بدلالة  $C$  ،  $\tau$  (نسبة قيم التفاعل) .  
يل أن يمكن كتابة عبارة ثابت الحموضة  $(K_a)$

$$K_a = \frac{\tau^2 \cdot C}{1 - \tau}$$

4- نختار قيمة التفاعل من أجل تركيز مولية مختلفة  $(C)$

و نأخذ النتائج في الجدول أدناه :

أ/ أكمل الجدول السابق . ب/ مل البيان  $A = f(B)$

جـ /- لمستنتج ثابت الحموضة  $K_a$  للثنائية  $(CH_3COOH / CH_3COO^-)$

$C(\times 10^{-2} mol.L^{-1})$	17.8	8.77	1.78	1.08
$\tau(\times 10^{-2})$	1.0	1.4	3.1	4.0
$A = \frac{1}{C} (L.mol^{-1})$				
$B = \frac{\tau^2}{1 - \tau}$				

### التمرين 07 :

قارع في الماء  $n_0 = 0,1 mol$  من حمض البروبيونيك الذي صيغته العلهة  $C_3H_6O_2$  لـ حصول على حجم قدره  $V_0 = 500 mL$  من محلول  $S_0$  .

أنا هذا المحلول جـ مركز ، لـ أن لقيس النقليته ، نحضر اطلاقاً من المحلول  $S_0$  محلولاً آخر  $S$  تركيزه  $C = 2,0 \cdot 10^{-3} mol/L$

وحجمه  $V = 1L$  .  $pH$  والنقليته النوعية للمحلول  $S$  علهة في  $25^\circ C$  هي :  $\lambda_{H_3O^+} = 3,5 \cdot 10^{-2} S.m/mol$  ؛  $\sigma = 6,20 \cdot 10^{-3} S.m$  ؛  $pH = 3,8$  ؛

لمعطيات :  $\lambda_{C_3H_5O_2} = 3,25 \cdot 10^{-3} S.m/mol$  ؛  $\lambda_{C_3H_5O_2} = 3,25 \cdot 10^{-3} S.m/mol$  ؛

1/ إذا علهت أنا المحلول للتجاري المستعمل لتحصير المحلول يحمل للعلهة  $M = 74 g/mol$  ؛  $d = 0,99$  ؛  $p = 99\%$  ،

أتعب الحجم الموفق لـ كمية المادة  $n_0$  . أتعب للتراكيز  $C_0$  للمحلول  $S_0$  .

2- أكتب معادلة التفاعل الكيمائي للحدث بين حمض البروبيونيك والماء .

3- ضع جدولاً يصف ظواهر تحول  $2.10^{-3} \text{ mol}$  من حمض اللبوريك في حجم من الماء حيث نحصل على حجم  $V=1 \text{ L}$  من المحلول S. أعط قيمة للرقم النهائي .

$$x_f = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}} \cdot V \quad 4-$$

5- باستعمل قيمة  $\text{pH}$ ، أعط  $x_f$  ثم معطى للرقم النهائي. ماذا تستنتج ؟

6- أوجد العلاقة بين الناقلية  $\sigma$  للمحلول، و الناقلات المولية الشاربية  $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+}$  و  $\lambda_{\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_2^-}$  ، الحجم  $V$  و التقدم  $x_f$

### التمرين 08 :

حجم  $V = 50 \text{ ml}$  من محلول مائي تحصلنا عليه من مزج  $n_1 = 2,5 \text{ mmol}$  من حمض الميثانويك  $\text{HCOOH}$  و  $n_2 = 5 \text{ mmol}$  من إيثانوات الصوديوم  $(\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+)$  في خلية للتوازن وفي لدرجة  $25^\circ\text{C}$  الناقلية النوعية لمحلول  $\sigma = 0,973 \text{ S/m}$

- 1- كتب معادلة التفاعل وأعط جدول للرقم .
- 2- كتب علاقة الناقلية النوعية بدلالة للرقم عند (التوازن)  $X_f = X_{\text{eq}}$
- 3- أعط قيمة  $X_f$  وأوجد نسبة للرقم النهائي  $\tau_f$ ، استنتج هل التفاعل تم لم غير تم
- 4- أوجد تركيز الأفراد الكيميائية الموجودة في الوسط التفاعلي عند التوازن.
- 5- كتب عبارة ثابت التوازن وأوجد قيمته.

تعلل الناقلية المولية الشاربية عند لدرجة  $25^\circ\text{C}$  :  $\text{S.m}^2 / \text{mol}$

$$\lambda_1(\text{HCOO}^-) = 5,46 \times 10^{-3} \quad , \quad \lambda_2(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 4,09 \times 10^{-3} \quad , \quad \lambda_3(\text{Na}^+) = 5,01 \times 10^{-3}$$

### التمرين 09 :

نعتبر حمضاً قدره  $V_0 = 80 \text{ ml}$  من محلول مائي  $(\text{S}_0)$  كلور الامونيوم  $(\text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-)$  تركيزه المولي  $C_0 = 10^{-3} \text{ mol/l}$  علما ان  $(\text{Cl}^-)$  شاربة غير فاعلة .

- 1- ان قيس (  $\text{pH}$  ) للمحلول أعلى (  $\text{pH} = 5.2$  ) .
- 1-1- كتب معادلة التفاعل بين شاربة الامونيوم والماء .
- 2-1- ان شاربة الامونيوم هي حمض ، بين بلنها حمض ضعيف (لا يتشركليا)
- 3-1- كتب عبارة ثابت الحموضة  $K_A$  لثنائية  $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$
- 4-1- استنتج عبارة  $\text{pH}$  بدلالة  $\text{pKa}$  وتركيز كل من  $(\text{NH}_3)$  و  $(\text{NH}_4^+)$

5-1- اذا علمت ان  $\text{pKa} = 9.2$  أعط النسبة  $\frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]}$  ثم حدد للنوع الكيميائي الذي يمكن اعتباره تركيزه مهمل للمسيهل الآخر

2- نضيف لمحلول  $(\text{S}_0)$  حجم  $(V_1 = 20 \text{ ml})$  من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي  $C_1 = 10^{-3} \text{ mol/l}$

- 1-2- كتب معادلة التفاعل الحادث ( اذكر للنوع ذي التركيز المهمل لا يدخل في التفاعل .
- 2-2- كتب عبارة ثابت التوازن (  $K$  ) لهذا التفاعل بدلالة مختلف التركيزات للأفراد المتواجدة عند التوازن .

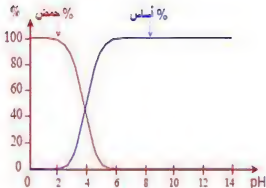
3-2- اثبت ان  $K = \frac{K_A}{K_e}$  لمع قيمة  $(K)$  ، علما ان  $(K_e)$  قيمة الجداء الشاردي للماء و  $\text{pK}_e = 14$

### التمرين 10 :

- حمض الميثانويك والذي يسمى حمض النمل عبارة عن سائل حاد (Corrosif) ويوجد طبيعيا في جسم النمل الأحمر.
- البيان التالي يوضح المنحنيات التي تمثل % للحمض و % للأساس (لثنائية  $(\text{HCOOH} / \text{HCOO}^-)$  ) بدلالة  $\text{pH}$  المحلول.
- 1- في أي نقطة يكون  $\text{pH} = \text{pKa}$  . برر إجابتك.
- أستنتج  $\text{PK}_a$  لثنائية المدروسة.

2. عين  $\text{pH}$  المحلول من أجل  $2[\text{HCOO}^-]_{\text{eq}} = [\text{HCOOH}]_{\text{eq}}$

هل يمكن إيجاد قيمة  $\text{pH}$  باستعمال العلاقة بين  $\text{pH}$  و  $\text{PK}_a$  ؟



## التمرين 11 :

- ندرس الثنائية الموافقة لحمض البنزويك

- 1- نقيس بواسطة جهاز  $PH$  متر  $PH$  محلول  $(S_1)$  لحمض البنزويك تركيزه المولي  $C_1 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$  فنجد  $PH_1 = 3,1$  .  
\* بين أن حمض البنزويك ضعيف
- 2- أكتب معادلة تفاعل الحمض مع الماء ثم أكتب عبارة ثابت الحموضة  $K_A$  للثنائية  $(HA/A^-)$
- 3- في تجربة أخرى نقيس  $PH$  محلول  $(S_2)$  لبنزوات الصوديوم  $C_6H_5COONa^-$  تركيزه المولي  $C_2 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  فنجد  $PH_2 = 8,1$  ( بنزوات الصوديوم نوع صلب شاردني يتشرد كلياً في الماء ) بين أن شاردة البنزوات أساس ضعيف في الماء .
- 4- أكتب معادلة تفاعل شاردة البنزوات مع الماء ثم أعط عبارة ثابت التوازن لهذا التفاعل .
- 5- نضيف إلى  $(S_1)$  بضع قطرات من محلول الصود (S) فنلاحظ أن  $PH$  يصبح 5,2 بين بدون حساب ومن خلال سلم  $PH$  ماهي الصفة الغالبة في المحلول .
- 6- بين على سلم  $pK_A$  مختلف الثنائيات التي تتدخل في المحلول  $(S_1)$  وفي محلول هيدروكسيد الصوديوم .
- 7- أكتب معادلة التفاعل بين المحلول  $S_1$  و محلول هيدروكسيد الصوديوم ثم أحسب ثابت التوازن الموافق . هل يمكن إعتبار التحول تام ؟

## التمرين 12 :

## الجزء I :

- 1- الأمونيك (البنشار)  $NH_3$  غاز يعطي عند التحلية في الماء محلولاً ألسليا .  
ما هو الأسس يجب درويشت ؟
- 2- أكتب معادلة لتحلل هذا الغاز في الماء مينا للثنائيتين : لمس / حمض للدلختين في التفاعل .
- 3- اللانقلية للنوعيت محلول غاز بنشار تركيزه المولي  $C_b = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  تساوي  $\sigma_f = 10,9 \text{ mS.m}^{-1}$   
3 - 1 : لكتب عبارة للانقلية للنوعيت محلول الأمونيك . دلالة للتركيز للملييل للأفراد للكميائية للمتواجدة عند حلة التوازن واللتقابل للنوعيت للملييل لتسوار .
- 3 - 2 : لأعب للتركيز للملييل للنهايل للأفراد للكميائية للمتواجدة في محلول الأمونيك
- 3 - 3 : لكتب عبارة ثابت التوازن  $K_A$  لتفاعل فكت غاز البنشار في الماء .
- 3 - 4 : لأوجد للعلاقة بين ثابت التوازن  $K_A$  للسائق و ثابت الحموضة  $K_A$  للثنائية  $NH_4^+ / NH_3(g)$  .  
أحسب ثابت الحموضة ولستنج قيمة ل -  $pK_A$  .
- 4 - نخقق معايرة  $pH$  متريية بولسطة جهاز  $pH$  metre بلجم قدره  $V_b = 20 \text{ mL}$  من محلول الأمونيك للسائق بولسطة محلول حمض كلور الماء  $(H_3O^+ + Cl^-)$  تركيزه المولي  $C_a = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol / L}$  .  
1 - 4 : لكتب للمعايرة للكميائية للممنجتل لتفاعل للحات .
- 4 - 2 : ما هو اللجم لللازم لإضفته من محلول حمض كلور الماء حتى يحدث للتكاؤ ؟
- 4 - 3 : بين أنه عند إضافة  $5 \text{ mL}$  من محلول حمض كلور الماء لمحلول الأمونيك نجد  $pH$  للمحلول يساوي 9,2 .  
يعطى :  $\lambda(NH_4^+) = 7,4 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$  ;  $\lambda(OH^-) = 19,2 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$

## الجزء II :

- أربعة محلول ملئيلها نفس التركيز المولي  $C = 10^{-2} \text{ mol / L}$  و هي :  
المحلول  $S_1$  : محلول حمض الايتانويك  $CH_3COOH$   
المحلول  $S_2$  : محلول غاز ميثان أمين  $CH_3NH_2$   
المحلول  $S_3$  : محلول ماء لالبوتلسيوم  $K^+ + OH^-$   
المحلول  $S_4$  : محلول حمض الآزوت  $H_3O^+ + NO_3^-$
- نقيس  $pH$  كل محلول ونسجل للنتائج في الجدول التالي :
- 1 - حدث خطأ لقم ل -  $pH$  أثناء تسجيلها في للجدول ،  
أفل للجدول مع تصحيته ، مع التبرير
- 2 - لكتب لمعالي تي تفاعل كل من حمض الايتانويك و غاز ميثان أمين مع الماء .
- 3 - لأعب النسبة للنهايل لقم لتفاعل  $T_f$  في حلاتي للمحلولين  $S_1$  ;  $S_4$  ، ماذا تستنج

## التمرين 13 :

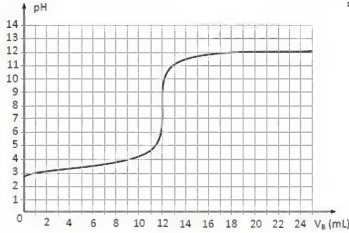
يحتوي الحليب على حمض اللاكتيك (حمض اللبن) الذي تزداد كميته عندما لا تتحترم شروط الحفظ ، ويكون الحليب غير صالح للإستهلاك وإذا زاد تركيز حمض اللاكتيك فيه عن  $2,4 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$  .

الصيغة الكيميائية لحمض اللاكتيك هي  $(CH_3 - CHOH - COOH)$  ويرمز لها اختصاراً (HA) .

أثناء حصة الأعمال المخبرية ، طلب الأستاذ من تلميذين تحقيق معايرة عينة من حليب قصد معرفة مدى صلاحية .

للتجربة الأولى : أخذ التلميذ الأول حجماً  $V_A = 20 \text{ mL}$  من الحليب وعابره بمحلول هيدروكسيد الصوديوم لمحلول (الصود) تركيزه المولي  $5,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  متتبعا تغيرات  $PH$  للمزيج بواسطة  $PH$  متر ، فتحصل على المنحنى الممثل في الشكل

للتجربة الثانية : أخذ التلميذ الثاني حجماً  $V_A = 20 \text{ mL}$  من الحليب ومده للماء للمطر إلى أن أصبح حجمه



$200 \text{ mL}$  ثم عابره بالمحلول الناتج بمحلول الصود السابق

مستعملا كلتاهما ملوئنا منسبا ، فلاحظ أن لون الكلف

يتغير عند إضافة حجم من الصود قدره  $V_B = 12,9 \text{ mL}$

1 - كتب معادلة التفاعل للمنموذج لعملية المعايرة .

2 - صغ رسماً تخطيطياً لتجربة الأكي .

3 - لماذا أضف التلميذ للماء في التجربة الثانية ؟

هل يؤثر ذلك على نقطة التكافؤ ؟

4 - عين للتركيز المولي لحمض اللاكتيك في الحليب

المعيار في كل تجربة ماذا تستنتج عن مدى

صلاحية الحليب للمعايير للإستهلاك ؟

5 - برأيك ، أي تجربة أكثر دقة ؟

## التمرين 14 :

نضع في كأس بيشر  $V_A = 20 \text{ mL}$  من محلول حمض الإيثانويك  $CH_3COOH$  ، تركيزه المولي  $Ca$  لتعيين هذا التركيز

نتابع عن طريق ال -  $pH$  متر معايرة هذا الحجم من المحلول الحمضي بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم  $(Na^+ (aq) + OH^- (aq))$  ، تركيزه المولي  $C_B = 2 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$  ، فتحصل على منحنى تغيرات  $pH$  بدلالة حجم محلول

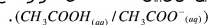
هيدروكسيد الصوديوم للمصنف  $V_B$  .

1 - أكتب معادلة التفاعل للمنموذج لتحويل الكيمياء للحصول بين الحمض وشوارد الهيدروكسيد  $OH^-$  .

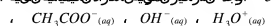
2 - عرف نقطة التكافؤ ، ثم حدد إحداثياتها من البيان

3 - أعبب للتركيز المولي الابتدائي لمحلول حمض الإيثانويك

4 - عين من البيان نقطة نصف التكافؤ واستنتج قيمة  $PKa$  للتثانية :



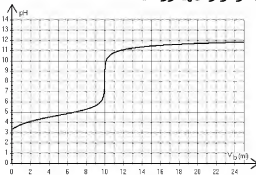
5 - أوجد للتركيز المولي في الأفراد الكيميائية للحمض :



قل إضافة هيدروكسيد الصوديوم .

ولمصب ثابت الحموضة :  $Ka$  ، وتلك من قيمة  $PKa$

للمعسوبة في السؤال 4 - للمطاليل مأخوذة عند الدرجة  $25^\circ C$  و  $(ke = 10^{-14})$



## التمرين 15 :

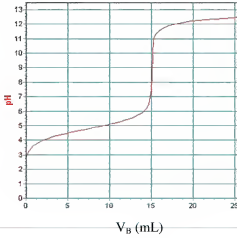
تعرف درجة حموضة اللخل : هي كتلة حمض الأيثانويك للقي الموجودة في  $100 \text{ g}$  من محلول اللخل للتجاري .

نعابر  $10 \text{ mL}$  من محلول ممدد  $10$  مرات من اللخل ، بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه  $C_B = 0.10 \text{ mol/L}$

ليكن  $C_A$  تركيز اللخل للممدد  $10$  مرات .

قمنا بديسم منحنى المعايرة  $pH$  للمزيج بدلالة حجم الصود أي  $pH = f(V_B)$

للمعطيات : كثافة اللخل للمدروس :  $d = 1.05$



- 1- اذكر الأدوات اللازمة لعملية التحديد وكيفية المواد مع كتابة البيانات .
- 2- ضع رسمًا تخطيطيًا يمثل عملية المعايرة .
- 3- اكتب معادلة تفاعل المعايرة .
- 4- اكتب قيمة ثابت التوازن .
- 5- حدد لحدوثي نقطة التكافؤ موضعًا لك على البيّن .
- 6- احسب قيمة  $C_A$  .
- 7- احسب كمية مادة الحمض في 100 g من الخل التجاري .
- 8- احسب درجة الخل التجاري .

### التمرين 16 :

حمض البنزويك  $C_6H_5COOH$  جسم صلب أبيض اللون يستعمل كمادة حافظة في بعض المواد الغذائية وخاصة المشروبات، نظراً لخصائصه كمبيد للفطريات و كمضاد للبكتيريا.

المعطيات: الكتلة المولية الجزيئية:  $M(C_6H_5COOH) = 122 \text{ g/mol}$

النقلات المولية الشاردية:  $\lambda_{C_6H_5COO^-} = 3,24.10^{-3} \text{ S.m}^2/\text{mol}$  و  $\lambda_{H_3O^+} = 35.10^{-3} \text{ S.m}^2/\text{mol}$

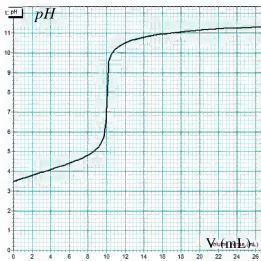
I. دراسة تفاعل حمض البنزويك مع الماء:  
نحضر محلولاً مائياً (S) لهذا الحمض تركيزه المولي  $C = 5.10^{-3} \text{ mol/L}$  و حجمه  $V = 200 \text{ mL}$  نقيس عند التوازن في الدرجة  $25^\circ$  ناقلية النوعية فنجدها  $\sigma = 2,03.10^{-2} \text{ S/m}$ .

- 1- أنشئ جدول لتقدم التفاعل الممنهج للتحول الحادث بين حمض البنزويك و الماء.
- 2- أعطى عبارة  $X_{eq}$  تقدم التفاعل عند التوازن بدلالة  $\sigma$ ،  $\lambda_{H_3O^+}$ ،  $\lambda_{C_6H_5COO^-}$  و  $V$ . (نهمل التشرّد الذاتي للماء)
- بين أن  $X_{eq} = 1,06.10^{-4} \text{ mol}$

3- احسب نسبة التقدم النهائي للتفاعل. ماذا يمكن قوله عن حمض البنزويك؟

4- بين أن عبارة كسر التفاعل عند التوازن هي:  $Q_{r,eq} = \frac{x_{eq}^2}{V.(CV - x_{eq})}$

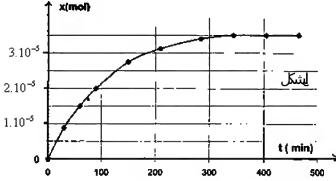
5- استنتج ثابتي الحموضة  $K_a$  و  $pK_a$  للثنائية  $(C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-)$



- II. معايرة حمض البنزويك في مشروب غازي:  
تشرّب لصيغة قارورة مشروب غازي حجمها 1L إلى وجود 0,15 g من حمض البنزويك في المشروب. للتأكد من صحة هذه المعلومة عيرنا حمضاً  $V_A = 50 \text{ mL}$  من المشروب بواسطة محلول الصود  $(Na^+, HO^-)$  تركيزه المولي  $C_B = 10^{-2} \text{ mol/L}$ ، فتحصلنا على المنحنى  $pH = f(V_B)$  الموضح في الشكل المقابل.
- 1- اكتب معادلة التفاعل الممنهج للتحول الحادث.
- 2- احسب ثابت التوازن  $K$  لتفاعل المعايرة. ماذا تستنتج؟
- 3- عرف نقطة التكافؤ ثم حدد احداثياتها.
- 4- استنتج التركيز المولي  $C_A$  لمحلول حمض البنزويك في. المشروب.
- 5- هل القيمة المشار إليها في اللصيقة صحيحة؟
- 6- ما هي الصفة الغالبة للثنائية  $(C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-)$  في المحلول عند سكب حجم  $V_B = 3 \text{ mL}$  من محلول الصود؟ علّل.

## التمرين 17 :

1- يختبر حمض الأسكوربيك أو الفيتامين C مضاد للعدوى ويوجد في عدد من المواد الغذائية وبالأخص عصير الليمون ولكنه حساس لأنه يتأكسد بأكسجين الهواء تحت تأثير الضوء .



## 1- أكسدة الفيتامين C :

نأخذ حجما  $V=100\text{mL}$  من عصير الليمون وندرس تطور هذا التفاعل ثم نرسم تغيرات التقدم  $x$  بدلالة الزمن الممثل في الشكل أ/ عبر عن سرعة التفاعل بدلالة  $x$  .

ب/ احسب سرعة التفاعل عند اللحظة  $t = 100\text{min}$  .  
ج/ عرف زمن نصف التفاعل احسب قيمته .

## 2- دراسة مخطط الصفة الغالية :

للتبسيط سنرمز لحمض الأسكوربيك  $C_6H_8O_6$  بالرمز HA في كامل التمرين .

أ - أكتب معادلة تفاعل حمض الأسكوربيك (HA) مع الماء .  
ب- عبر عن ثابت الحموضة للثنائية  $HA/A^-$  بدلالة  $X_e$  ،  $C$  تركيز المحلول و  $V$  حجمه .

ج- علما أن  $K_A = 8,9 \cdot 10^{-5}$  اعط مخطط الصفة الغالية بدلالة الـ PH بدون حساب ومن خلال سلم PH ماهي الصفة الغالية في المحلول من أجل  $PH = 3$  .

د- احسب النسبة  $\frac{[A^-]}{[HA]}$  بالنسبة لمحلول حمض الأسكوربيك ذو الـ  $PH = 3$  ماذا تستنتج .

## 3- دراسة التفاعل بين محلول مائي لحمض الأسكوربيك و محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم :

1 - نفرض أن التفاعل سريعا جدا بين المحلول الحمضي (HA) ومحلول هيدروكسيد الصوديوم  $(Na^+ + OH^-)$  اكتب معادلة التفاعل .

2.1 أكتب عبارة ثابت التوازن  $k$  ثم اكتبه بدلالة ثابت الحموضة  $K_A$  للثنائية  $HA/A^-$

3.1 إذا علمت أن  $pK_A$  للثنائية يساوي 4 احسب ثابت التوازن  $K$  . ماذا تستنتج .

2 - نحطم قرص فيتامين C ونحل مسحوقه في الماء المقطر ونضع الجملة في حوضلة  $100,0\text{ mL}$  ونكمل بالماء المقطر فنحصل على محلول S

نأخذ حجم قدره  $V_A = 10,0\text{ mL}$  من المحلول S ونعايرها بمحلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم تركيزه

$$C_B = 2,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

فلزم حجم مضاف عند نقطة التكافؤ  $V_{BE} = 14,4\text{ mL}$  .

1.2 ارسم مخطط توضح فيه التركيب التجريبي مدعما بالبيانات .

2.2 ما هو الكاشف الملون المناسب من بين الثلاث المقترحة .

3.2 احسب تركيز حمض الأسكوربيك  $C_6H_8O_6$  أي (HA)

4.2 احسب كمية حمض الأسكوربيك في  $10,0\text{ mL}$  من المحلول المعاير

ثم استنتج الكمية من حمض الأسكوربيك في الحوضلة .

5.2 استنتج الكتلة m بالـ mg لحمض الأسكوربيك في القرص . فسر عبارة المصنع « vitamine C 500 »

## التمرين 18 :

- يستعمل حمض البنزويك  $C_6H_5COOH$  في الصناعة للغذائية كمادة حافظة رمزه E 210 ، عند درجة الحرارة  $25^\circ\text{C}$  طاقته الغيزيائية صلبة .

I - نحضر محلولاً مائياً هشيعاً لحمض البنزويك ولوك بإذابة كتلة m منه في  $250\text{ mL}$  من الماء المقطر عند  $25^\circ\text{C}$  .

حدد أنى كتلة m التي يجب أن يستعمل للحصول على هذا المحلول (نظرايلا للحصول على لتر واحد من محلول هشيع يستلزم إذابة  $2\text{ g}$  من حمض البنزويك للص ) .

II - نأخذ حجما  $V_1 = 20,0\text{ mL}$  من المحلول الهشيع ونعايره بمحلول هيدروكسيد الصوديوم  $(Na^+ + OH^-)$  تركيزه المولي  $C_B = 2,50 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  ، من خلال القليست المحصل عليها نمل تغيرات PH المزيج بدلالة الحجم المضاف  $V_B$

ثم نعمل للبين  $\frac{dpH}{dV_B} = g(V_B)$  المطلوب في الصفحة المقابلة .

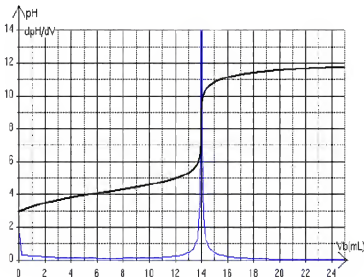
1 - أكتب معادلة تفاعل المعايرة .

2 - أئش جدول قيم تفاعل المعايرة ،

ثم نستنتج التركيز المولي  $C_A$  لمحلول حمض البنزويك .

3 - أوجد الكتلة المستعملة من المحلول الملحي لحمض البنزويك ،

ماذا تنتج ؟



4 - من خلال الـ pH حدد PH محلول حمض البنزويك للمعايرين لى قاعله مع الماء غير ثم .

III - نصف الحجم  $V_B = 6$  ml من محلول هيدروكسيد الصوديوم .

1 - أجب قيمة الرقم لى تفاعل المعايرة عند هذه الإضافة .

2 - حدد قيمة الرقم الأعظمى  $\tau_{max}$  لى هذا التفاعل .

3 - لستنتج نسبة الرقم  $\tau$  لتفاعل المعايرة عند هذه الإضافة .

4 - أجب قيمة ثابت التوازن  $K$  لثنائية الهنباركة لى التفاعل

### التمرين 19 :

الصيغة العامة للأحماض الكربوكسيلية هي  $C_nH_{2n+1}COOH$  .  
لتحضير محلول ( $S_A$ ) لحمض كربوكسيلي نذيب في الماء المقطر كتلة  $m = 450$  mg من هذا الحمض النقي ونضيف إليه الماء المقطر للحصول على  $V_0 = 500$  ml من هذا المحلول .

نأخذ حجما  $V_A = 10$  ml من المحلول ( $S_A$ ) ونعايره بواسطة محلول مائي ( $S_B$ ) لهيدروكسيد الصوديوم ( $Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$ ) تركيزه المولي  $C_B = 10^{-2}$  mol/l .

نحصل على التكاثر حمض - أساس عند إضافة حجم  $V_B = 15$  ml من المحلول ( $S_B$ ) .

1 - تحديد الصيغة الإجمالية للحمض الكربوكسيلي :

أ / أكتب معادلة تفاعل المعايرة .

ب / أجب التركيز المولي  $C_A$  للمحلول ( $S_A$ ) ، ثم بين ان الصيغة الإجمالية له هي  $CH_3COOH$  .

2 - تحديد الـ  $PK_{A1}$  للثنائية  $(CH_3COOH / CH_3COO^-)$  .

نأخذ حجما  $V$  من المحلول ( $S_A$ ) ونقيس الـ PH عند  $25^\circ C$  فنجد  $PH = 3,3$  .

أ / إعتادا على جدول التقدم لتطور المجموعة ، عبر عن التقدم النهائي  $\gamma_f$  لتفاعل الحمض مع الماء بدلالة  $V$  و  $PH$  ، ثم اثبت أن

$$\frac{[CH_3COOH]_f}{[CH_3COO^-]_f} = -1 + C_A \cdot 10^{pH}$$

حيث  $[CH_3COOH]_f$  و  $[CH_3COO^-]_f$  تركيزا للنوعين كيميائيين عند التوازن

- دراسة تفاعل الحمض  $CH_3COOH$  مع الأساس  $NH_3$  .

نأخذ من المحلول ( $S_A$ ) حجما يحتوي على كمية المادة الابتدائية  $n_0 = 3 \cdot 10^{-4}$  mol ( $CH_3COOH$ ) و نضيف إليه

حجما من محلول الامونياك يحتوي على نفس كمية المادة الابتدائية  $n_0$  ( $NH_3$ )

أ / اكتب معادلة التفاعل الحادث بين  $NH_3$  و  $CH_3COOH$  .

ب / احسب ثابت التوازن  $K$  المقرونة مع معادلة التفاعل .

ج / بين ان نسبة التقدم النهائي  $\tau$  لهذا التفاعل تكتب على الشكل  $\tau = \frac{\sqrt{K}}{1 + \sqrt{K}}$

ماذا تستنتج بخصوص هذا التفاعل ؟  $PK_{A2} (NH_4^+ / NH_3) = 9,2$